

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 07-240735

(43)Date of publication of application : 12.09.1995

(51)Int.Cl.

H04J 13/04

(21)Application number : 06-029566

(71)Applicant : N T T IDOU TSUUSHINMOU KK

(22)Date of filing : 28.02.1994

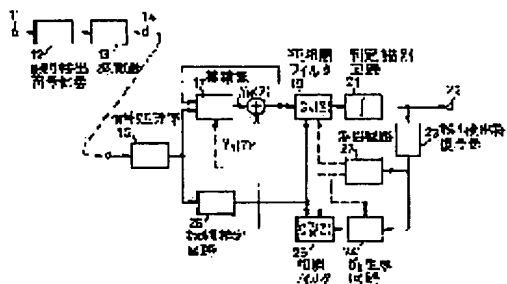
(72)Inventor : MATSUMOTO TADASHI
KAWAHARA TOSHIRO

(54) CODE DIVISION MULTIPLEX COMMUNICATION RECEIVER AND RECEIVING METHOD

(57)Abstract:

PURPOSE: To reduce the noise emphasis effect accompanied by the increase of the number of communicator in an inverse correlation filter processing by performing an inverse spread for the reception signal from a communicator, decoding an error code, detecting the presence or absence of an error and subtracting the identification result of the communicator where the error is not detected by performing a correlation filter processing.

CONSTITUTION: On the side of a transmission, an error detection encoding is performed for information data from an input terminal 11 in an encoder 12, a spread spectrum is performed for the encoding output in a diffuser 13 and the output is transmitted from an output terminal 14. In a receiver, an inverse spread is performed for each reception signal from N communicators inputted from the input terminal in a signal processing part 16. The inverse vector is decided and identified for each communicator in an identification circuit 21 via a storage device 17 and an inverse correlation filter 19. The identification result is outputted from an output terminal 22, the result is inputted into a decoder 23 and the presence or absence of an error is investigated for each communicator. For the communicator for which the error is not detected, a decision identification result is generated, and for the communicator for which the error is detected, a vector b^N where zeros are arranged is generated, they are inputted in a subtracter via a correlation filter 25. When the error of the communicator is not detected or the number of error detection becomes constant, the processing is disconnected.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2000 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平7-240735

(43) 公開日 平成7年(1995)9月12日

(51) Int.Cl.⁹

H 0 4 J 13/04

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

H 0 4 J 13/ 00

G

審査請求 未請求 請求項の数3 O L (全 6 頁)

(21) 出願番号 特願平6-29566

(22) 出願日 平成6年(1994)2月28日

(71) 出願人 392026693

エヌ・ティ・ティ移動通信網株式会社
東京都港区虎ノ門二丁目10番1号

(72) 発明者 松本 正

東京都港区虎ノ門二丁目10番1号 エヌ・
ティ・ティ移動通信網株式会社内

(72) 発明者 河原 敏朗

東京都港区虎ノ門二丁目10番1号 エヌ・
ティ・ティ移動通信網株式会社内

(74) 代理人 弁理士 草野 卓 (外1名)

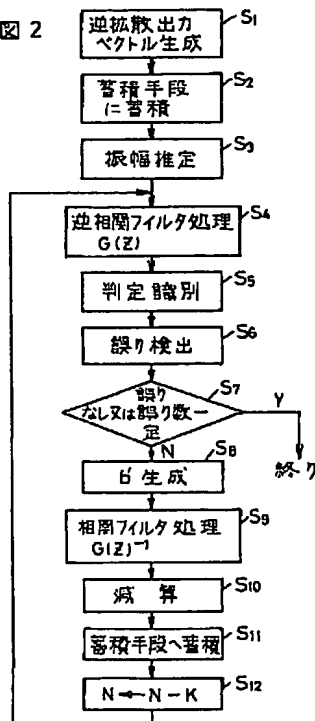
(54) 【発明の名称】 符号分割多重通信受信装置及び受信方法

(57) 【要約】

【目的】 逆相関フィルタ処理における通信者数の増加に伴う雑音強調効果を減少させる。

【構成】 通信者ごとに逆拡散して逆拡散出力ベクトルを作り (S₁)、それを蓄積すると共に振幅を推定する (S₂, S₃)、前記逆拡散出力ベクトルを逆相関フィルタ処理し (S₄)、その出力を通信者毎に識別し、更に誤り符号を復号して誤りの有無を検出する (S₅, S₆)、誤り検出されなかった通信者の識別結果と推定振幅とを相関フィルタ処理して、逆拡散出力ベクトル中の誤り検出されなかった通信者の信号成分を得 (S₈, S₉)、これを蓄積中の逆拡散出力ベクトルから減算し、その結果を新たな逆拡散出力ベクトルとして蓄積すると共にステップ S₄ に戻る (S₁₀, S₁₁)。この後の処理を前記減算分の信号数が減少した処理となる。

図 2



【特許請求の範囲】

【請求項1】 N人（Nは2以上の整数）の通信者からのそれぞれの受信信号をそれぞれ対応する拡散系列で逆拡散して逆拡散後の信号ベクトルを得る信号処理手段と、

上記逆拡散後の信号ベクトルを蓄積する手段と、

上記逆拡散後の信号ベクトルに対して、複素数体 $C^{N \times N}$ を定義体とする上記N人の通信者に対応する拡散系列相互の部分相関行列 R_0, R_1 から構成される伝達関数行列

$$G(z) = (R_1^t z + R_0 + R_1 z^{-1})^{-1}$$

の演算を行う逆相関フィルタと、

その逆相関フィルタの出力をそれぞれの通信者毎に判定識別する手段と、

そのそれぞれの通信者毎に上記受信信号の振幅を検出する手段と、

上記各通信者毎の判定識別結果について誤り検出符号の復号を行う手段と、

上記誤り検出符号の復号の結果、誤りが検出されなかった通信者の上記判定識別の結果のそれぞれに、対応する上記振幅検出の結果を乗算した系列に対して、複素数体 $C^{N \times N}$ を定義体とする上記N人の通信者に対応する拡散系列相互の部分相関行列 R_0, R_1 から構成される伝達関数行列

$$G(z)^{-1} = R_1^t z + R_0 + R_1 z^{-1}$$

の演算を行う相関フィルタと、

上記蓄積された逆拡散後の信号ベクトルから上記相関フィルタの演算結果を減算する手段と、

上記減算結果を上記蓄積手段に新たに蓄積するとともに、上記通信者数Nから上記誤りが検出されなかった通信者数を減じた数を新たな通信者数Nとして、誤りが検出された通信者に対応する拡散系列相互の部分相関行列 R_0, R_1 から逆相関フィルタを新たに構成して、上記逆相関フィルタ以降の処理を繰り返す制御手段と、を具備する符号分割多重通信受信装置。

【請求項2】 N人（Nは2以上の整数）の通信者からその各受信信号を対応する拡散系列で逆拡散して逆拡散後の信号ベクトルを得る第1ステップと、

上記信号ベクトルを蓄積手段に蓄積する第2ステップと、

上記通信者毎の各受信信号の振幅を検出する第3ステップと、

上記蓄積手段に蓄積されている信号ベクトルを入力し、その信号ベクトルに対し、複素数体 $C^{N \times N}$ を定義体とする上記N人の通信者に対応する拡散系列相互の部分相関行列 R_0, R_1 から構成される伝達関数行列

$$G(z) = (R_1^t z + R_0 + R_1 z^{-1})^{-1}$$

で逆相関フィルタ処理をする第4ステップと、

上記逆相関フィルタ処理された結果について通信者毎に判定識別する第5ステップと、

上記判定識別結果について通信者ごとの誤り検出符号を復号する第6ステップと、

上記誤り検出符号の復号の結果、誤りが検出されるものにならなかったか、繰返し同一誤り数の誤りが検出されるかの条件が成立すると処理を終了とし、条件が成立しないと次のステップに移る第7ステップと、

上記条件が成立しない場合に、上記誤り検出符号の復号の結果、誤りが検出されなかった通信者の上記判定識別結果のそれぞれに、対応する上記検出振幅を乗算した系列に対して、上記部分相関行列 R_0, R_1 から構成される伝達関数行列

$$G(z)^{-1} = R_1^t z + R_0 + R_1 z^{-1}$$

で相関フィルタ処理をする第8ステップと、

上記蓄積手段に蓄積されている信号ベクトルから上記相関フィルタ処理された結果を減算する第9ステップと、上記減算結果を新たな信号ベクトルとして上記蓄積手段に蓄積すると共に、上記通信者数Nから上記誤りが検出されなかった通信者の数Kを減じた数 $N-K$ を新たな通信者数Nとして上記第4ステップに戻る第10ステップと、

を備える符号分割多重通信受信方法。

【請求項3】 上記第8ステップは、上記誤りが検出されなかった通信者に対しては上記判定識別結果を、誤りが検出された通信者に対しては0をそれぞれ並べたベクトルの z 変換 $B(z)$ を生成するステップと、上記検出された振幅を対角要素に並べた正方行列 W と、上記 $B(z)$ 、上記 $G(z)^{-1}$ との積 $G(z)^{-1}WB(z)$ を求めるステップとよりなることを特徴とする請求項2記載の符号分割多重通信受信方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】この発明は、例えば移動通信に適用され、スペクトラム拡散通信を用いた符号分割多重通信受信装置、特に受信信号を奏する複数の拡散系列により逆拡散し、これら逆拡散系列を逆相関フィルタ処理して干渉除去された逆拡散出力を得る受信装置及びその受信方法に関する。

【0002】

【従来の技術】スペクトラム拡散通信の優れた耐干渉性や秘匿性から、さまざまな通信システムにおいてスペクトラム拡散通信を用いた符号分割多重通信方式（CDMA）の実用のための検討がさかんになりつつある。CDMA方式の問題点は通信者の所在位置によって中心局が受信する受信信号の電力が大きく異なる遠近問題が生じることにある。CDMA方式では、同一の周波数帯域を複数の通信者が共有するので、通信品質を劣化させるのは他の通信者からの干渉妨害になる。

【0003】

例えば、中心局の近くの通信者と遠くの通信者が同時に通信を行う場合、中心局では近くの通信者からの信号電力は大きく受信されるのに対して、遠くの

通信者からの信号電力は小さく受信されることになる。このことは、遠くの通信者と中心局間の通信が、近くの通信者からの干渉を受けて大きく特性劣化することを意味する。遠近問題を解決するための技術として、従来から送信電力制御が検討されてきた。送信電力制御では、受信局が受信する信号電力、又はその受信電力から定まる信号電力対干渉電力比が、通信者の所在位置によらず一定になるように制御するもので、これによってサービスエリア内で均一の通信品質が得られることになる。

【0004】遠近問題が主な特性劣化要因となる代表的な通信システムは、移動通信システムである。この移動通信システムにおいて前述の送信電力制御を行う場合、所定の通信品質で通信を行えるゾーン内の場所率の、送信電力制御による改善効果は文献：W. C. Y. Lee, "Overview of Cellular CDMA", IEEE Trans. VT, Vol. VT-40, pp. 291-302, 1991によって解析されている。また、移動通信電波伝搬環境で発生するフェージングの変動に追従し得る高速な送信電力制御が実現できれば、周波数有効利用効率を北米AMPS移動通信システムの約20倍に高められる、との試算も報告されている(詳細は、K. S. Gilhousen, I. M. Jacobs, R. Padovani, A. J. Viterbi, L. A. Weaver, Jr, and C. E. Wheatley III, "On the Capacity of a Cellular CDMA System", IEEE Trans. VT, Vol. VT-40, pp. 303-312, 1991を参照されたい)。

【0005】しかし、送信電力制御後の場所率は、さまざまな要因で発生する制御誤差の影響を大きく受ける。例えば、文献：E. Kudoh and T. Matsumoto, "Effect of Transmitter Power Control Imperfections on Capacity in DS/CDMA Cellular Mobile Radios", Proc. of IEEE ICC'92, Chicago, pp. 310. 1. 1-6, 1992は、前述の移動通信システムの相対周波数利用効率に及ぼす

$$G_N(z)^{-1} = R_1^t z + R_0 + R_1 z^{-1} \quad (1)$$

で表現され、その逆拡散出力ベクトルの z 変換 Y

$$Y_N(z) = G_N(z)^{-1} W B_N(z) \quad (2)$$

で与えられることを、逆相関フィルタはその原理に用いている。但し、 $B_N(z)$ は各通信者の送信情報ビット(又はシンボル)を並べたベクトルの z 変換、 W は各通信者の受信信号の振幅を対角要素に並べた正方行列、 R_0 , R_1 は複素数体 $C^{N \times N}$ を定義体とする各通信者に対

$$G_N(z) = (R_1^t z + R_0 + R_1 z^{-1})^{-1} \quad (3)$$

を伝達関数とする線形フィルタであり、その出力は $W b_N$ となる。但し、 b_N は各通信者の送信情報ビット(又

制御誤差の影響について考察している。それによれば、1dBの制御誤差があると、相対周波数利用効率は29%(上り)、31%(下り)に低下することが示されている。

【0006】一方最近、米国プリンストン大学のRuxandra LupasとSergio Verduは、加法性のガウス雑音を受ける2値非同期CDMAシステムに対して、受信信号電力に差があっても各通信者からの受信信号から送信信号を推定できる線形フィルタのクラスを明らかにした。このクラスは逆相関フィルタと呼ばれている。この逆相関フィルタの処理量は、同時通信者数 N に比例して増大する程度に留まり、著しく増大することはない。このことは、文献：R. Lupas and S. Verdu, "Near-Far Resistance of Multiuser Detectors in Asynchronous Channels", IEEE Trans. COM, Vol. COM-38, pp. 496-508, 1990に示されている。また、このような特性を持った逆相関フィルタを実用的な処理量で実現するための方法が特願平5-289164、及び特願平5-288036に示されている。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】ところが、この逆相関フィルタには以下のような欠点がある。すなわち、逆相関フィルタは優れた干渉キャンセル効果があるが、同時に雑音強調効果があり、その雑音強調効果の程度は同時通信者数 N が大きいほど大きくなる。このことは、多くの同時通信者を収容しようとする、雑音強調効果を受けているため、結局、逆相関フィルタによる干渉キャンセル効果を相殺する結果となってしまうことを意味する。

【0008】この発明の目的は、逆相関フィルタにより干渉キャンセルを行うと共に雑音強調効果を低減した符号分割多重通信受信装置及び受信方法を提供することにある。

【0009】

【課題を解決するための手段】先ずこの発明の原理を説明する。逆拡散の過程の伝達関数(同時通信者数を N として、 $N \times N$ 行列)

$$G_N(z)^{-1} = R_1^t z + R_0 + R_1 z^{-1} \quad (1)$$

$N(z)$ が

$$Y_N(z) = G_N(z)^{-1} W B_N(z) \quad (2)$$

応する拡散系列相互の部分相関行列である(詳細は、前述のRuxandra LupasとSergio Verduの文献を参照されたい)。逆相関フィルタは式(1)の逆行列($N \times N$ の有理関数行列)、

$$G_N(z) = (R_1^t z + R_0 + R_1 z^{-1})^{-1} \quad (3)$$

はシンボル)を並べたベクトルで、 $B_N(z)$ の逆 z 変換である。 $W b_N$ を各通信者毎に判定識別すれば N 人の

同時通信者の送信情報が推定できることになる。

【0010】逆拡散出力ベクトルの z 変換 $Y_N(z)$ は W と $B_N(z)$ を用いて式(2)で与えられるから、誤りが検出されなかった通信者(K 人とする)の判定識別後のビット(又はシンボル)列に対して、式(2)の演算をすれば逆拡散出力ベクトルに含まれるこれらの誤りを検出できなかった通信者の信号成分を知ることができる。従って、これらの誤りを検出できなかった通信者の信号成分を逆拡散出力ベクトルから差し引いたベクトルは、誤りを検出した通信者の信号成分と雑音成分を含み、通信者数が $N-K$ 人に減っているものになる。従って、この残りの $N-K$ 人の逆拡散ベクトルに対し再び逆相関フィルタ処理を行えば、その出力信号が被る雑音強調効果は N 人の同時通信者に対する逆相関フィルタの場合よりも小さくなる。

【0011】上述の処理を繰り返すことで、雑音強調効果を順次小さくしていくことができる。そして、この処理を終了するのは、(i)全ての通信者で誤りを検出なくなったとき、或は(ii)繰り返すことによって誤りを検出しない通信者数が減らなくなったとき、のいずれかである。以上がこの発明の原理であって、この発明によれば N 人(N は2以上の整数)の通信者からのそれぞれの受信信号はそれぞれ対応する拡散系列で逆拡散されて信号ベクトルが信号処理手段で得られ、その信号ベクトルは蓄積手段に蓄積されると共に逆相関フィルタで伝達関数行列 $G(z) = (R_1^T z + R_0 + R_1 z^{-1})^{-1}$ の演算処理が行われる。逆相関フィルタの出力は各通信者毎に識別手段で判定識別され、その判定識別結果について各通信者毎に、誤り検出手段で誤り検出符号が復号されて誤り検出がなされる。一方、各通信者毎の受信信号の振幅が振幅検出手段で検出され、誤りが検出されなかった各通信者の判定識別の結果にそれぞれ対応する振幅検出結果が乗算された系列が相関フィルタで伝達関数行列 $G(z)^{-1} = R_1^T z + R_0 + R_1 z^{-1}$ の演算処理が行われて誤りが検出されなかった通信者の信号成分が得られる。この誤りが検出されなかった通信者の信号成分

$$b'_N = [b_1 \ 0 \ b_3 \ 0 \ \dots \ 0 \ b_i \ 0 \ \dots \ 0 \ b_{N-1} \ b_N] \quad (4)$$

この式(4)は第1, 第3, 第 i , 第 $N-1$, 第 N 通信者には誤りが検出されず、第2通信者には誤りが検出され、残りは不明であり、誤りが検出されなかった通信者の数 $K=5$ の場合である。このベクトル b'_N は伝達関数が $G_N^{-1}(z)$ の相関フィルタ25へ供給される。一

$$Y'_N(z) = G_N(z)^{-1} W B_N(z) \quad (5)$$

が演算される。 $B_N(z)$ は b_N の z 変換である。従って式(2)から理解されるように、相関フィルタ25の出力 $Y'_N(z)$ は、信号処理部16よりの逆拡散出力ベクトル中の誤りが検出されなかった K 人の通信者の信号成分に相当する。この K 人の通信者の信号成分 $Y'_N(z)$ が減算器18へ供給されて、蓄積器17に蓄積されていた逆拡散出力ベクトル $Y_N(z)$ から引算され

が蓄積手段に蓄積されている信号ベクトルが減算手段で減算され、その減算結果が蓄積手段に蓄積されると共に、逆相関フィルタへ供給され、上記のことが繰返される。この繰返しは、誤りが検出されなくなるまで、又は誤り検出しない通信者の数が減少しなくなるまで行う。

【0012】

【実施例】図1にこの発明の実施例を示す。この発明では誤り検出符号化された信号を受信の対象とする。つまり送信側において、入力端子11からの情報データは符号化器12において、伝送路上で誤りが生じた場合に、これを検出することができるように誤り検出符号とされ、その符号化出力は拡散器13でスペクトル拡散されて出力端子14から送信される。

【0013】受信側、つまりこの発明による受信装置においては、入力端子15から入力された N 人の通信者からの各受信信号はそれぞれ対応する拡散系列により信号処理手段16において、整合フィルタ又はスライディング相関器によりそれぞれ逆拡散され、逆拡散出力ベクトル(その z 変換を $Y_N(z)$ とする)が出力される。この逆拡散出力ベクトルは蓄積器17に蓄積される。蓄積器17から読出された逆拡散出力ベクトルは減算器18を通じて逆相関フィルタ19へ供給される。

【0014】逆相関フィルタ19の伝達関数は $G_{N-K}(z)$ で与えられる(1回目の処理では $K=0$ で式(3)で与えられる)。逆相関フィルタ19から通信者相互の干渉が除去された逆拡散ベクトルが得られ、この逆拡散ベクトルは判定識別回路21で通信者毎に判定識別される。その判定識別の結果は出力端子22から出力されると共に誤り検出符号復号器23へ供給され、各通信者毎に誤りの有無が調べられる。この誤りが検出されたか否かにより、 b'_N 生成回路24において誤りが検出されなかった通信者に対しては判定識別結果を、誤りが検出された通信者に対しては0をそれぞれ並べたベクトル b'_N を生成する。

【0015】

方、信号処理部16からの信号ベクトルは振幅推定回路26へも供給され、振幅検波又は適応アルゴリズムにより各通信者の受信信号の振幅が推定され、その推定振幅を対角要素に並べた正方行列 W が出力されて相関フィルタ25へ供給される。相関フィルタ25で

$$Y'_N(z) = G_N(z)^{-1} W B_N(z) \quad (5)$$

る。この減算器18の出力ベクトル $Y_N(z) - Y'_N(z) = Y_{N-K}(z)$ は誤りを検出した通信者の信号成分と雑音成分を含む。

【0016】この $N-K$ 人の通信者に対応する逆拡散出力を並べたベクトル、つまりその z 変換 $Y_{N-K}(z)$ を蓄積器17に新たに蓄積すると共に、再び逆相関フィルタ19へ供給して、新たに構成した伝達関数 G

$N-K(z)$ を乗算する。この逆相関フィルタ 19 の出力信号 $G_{N-K}(z) Y_{N-K}(z)$ に対して判定識別回路 21 で再び判定識別を行って、前回の処理で誤りが検出された $N-K$ 人の通信者の送信情報が推定できる。

【0017】このとき、 $G_{N-K}(z) Y_{N-K}(z)$ が被る雑音強調効果は $G_N(z) Y_N(z)$ が被る雑音強調効果よりも小さいから、この $N-K$ 人の内の何人かの推定系列には誤りがされなくなる可能性がある。誤りの有無を調べるために、再び誤り検出符号を復号する。その結果、もし、 $N-K$ 人の内の何人かに誤りが検出されなくなれば、上記の処理を繰り返す。繰り返すにより、雑音強調効果は順次低減していく。誤りを検出しない通信者が存在しなくなれば、その時点で処理を中止する。

【0018】制御回路 27 において、誤り検出符号の復号によって誤りが検出されずに次回以降の処理から除去されるべき通信者と、誤りが検出されたために処理を次回以降に残す通信者の情報から、対応する $Y_{N-K}(z)$ 、 $Y'_{N-K}(z)$ 、 b_{N-K}' 、 $G_{N-K}(z)$ 、及び $G_{N-K}^{-1}(z)$ を作ることを減算器 18、相関フィルタ 25、 b_{N-K}' 生成回路 24、相関フィルタ 25、及び逆相関フィルタ 19 にそれぞれ指令する。

【0019】以上の処理の流れ、つまりこの発明の受信方法を図 2 に示す。即ち先ず逆拡散により逆拡散出力ベクトルが作られ (S_1)、その逆拡散出力ベクトルを蓄積手段に蓄積し (S_2)、かつ各通信者の受信信号の振幅を推定して行列 W を作成する (S_3)。次に上記蓄積した逆拡散出力ベクトルを伝達関数 $G_N(z)$ で逆相関処理し (S_4)、その処理結果に対し通信者毎に判定識別を行い (S_5)、その各通信者毎の判定識別結果について、誤り検出符号を復号して誤り検出の有無をチェックする (S_6)。誤り検出がなくなるか、誤り検出される通信者の数が一定となるかをチェックし (S_7)、何れでもなければベクトル b'_N を生成し (S_8)、そのベクトル b'_N 、振幅行列 W を伝達関数 $G(z)^{-1}$ で相関処理し (S_9)、その相関処理結果を蓄積手段中の逆拡散出力ベクトルから減算し (S_{10})、その減算結果を新たな逆拡散出力ベクトルとして蓄積手段に蓄積する

(S_{11})、また通信者数 N から誤りが検出されなかった通信者数 K を減算し、その ($N-K$) を新たな通信者数 N としてステップ S_4 に戻る (S_{12})。このステップ S_4 以後では誤り検出されなかった通信者の信号成分の除去と対応した逆相関伝達関数、相関伝達関数などが用いられる。ステップ S_7 で何れかの条件が成立すると処理を終了とする。

【0020】上述において通信者毎の振幅の推定は、上述したように受信信号の各通信者毎の振幅を検波して求める他に、送信信号にトレーニング信号が含まれる場合は、そのトレーニング信号の受信区間において、例えば

逆相関フィルタ 19 の出力を、受信側で生成した正しいトレーニング信号で除算して、各通信者と対応した伝搬路のインパルス応答を求め、そのある時間の平均的な値を適応アルゴリズムで推定して、その振幅成分を求めてもよい。また上述ではこの発明を移動通信に適用したが、衛星通信、その他の通信にも適用できる。

【0021】

【発明の効果】以上、説明したようにこの発明によれば、符号分割多重通信受信装置において雑音強調効果を低減し得る逆相関フィルタが構成できる。この発明の有効性を実証するために行った計算機シミュレーションの結果を示す。このシミュレーションでは、一次変調を BPSK、長さ 31 チップの Gold 系列で拡散を行い (プロセスゲイン=31)、同時通信者数を 8 とし、全員が等振幅で受信されるものとし (全通信者の受信信号振幅は既知であるものとした。これは、受信側での振幅検波や適応アルゴリズムで推定できる)、誤り検出符号には CCITT 勧告の CRC16 符号を用い、フレーム長は 128 ビットとし、各通信者は、非同期 CDMA 環境で通信を行うこととした。

【0022】図 3 A は、このシミュレーションの結果を示し、横軸は逆拡散後の信号電力対雑音電力比 (SNR)、縦軸は誤り率を表している。●は従来の逆相関フィルタの特性を、○はこの発明の特性を表している。また、点線は単一通信者の場合の理論値を示している。従来の逆相関フィルタは、その雑音強調効果のために単一通信者の場合から大きく劣化するのに対して、この発明によれば SNR が大きくなるに従って単一通信者の理論値に漸近する。

【0023】図 3 B は、同じくシミュレーション結果であり、横軸は第 1 の通信者の信号電力対他の通信者の信号電力比 (SIR)、縦軸は第 1 の通信者の誤り率を表している。●は従来の逆相関フィルタの特性を、○はこの発明の特性を表している。但し、この場合同時通信者数は 16 であり、第 2～第 16 の全ての通信者が第 1 の通信者よりも横軸の値だけ大きな受信電力を持つ。また、SNR は -9 dB である。他の条件は、図 3 A のシミュレーション条件と同一である。

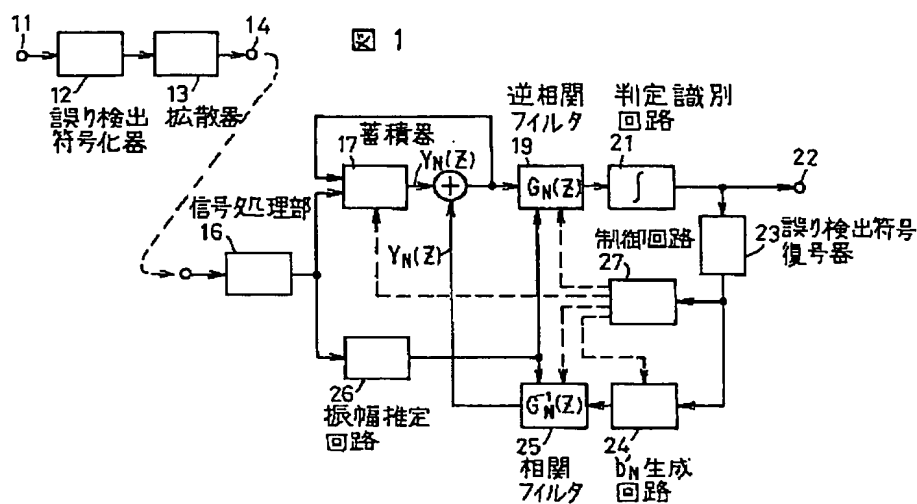
【0024】図 3 B からわかるように、この発明によれば他の通信者の受信電力が大きくなると、第 1 の通信者の誤り率が改善される。これは、これら大きな受信電力を持つ通信者の信号は誤り率が小さいから誤りが検出されず、この発明によりその影響が除去され、結果的に少ない雑音強調効果の実現されているためである。このように、受信信号電力にバラツキがあるほど、良い特性を得ることができることが、この発明の特徴である。

【図面の簡単な説明】

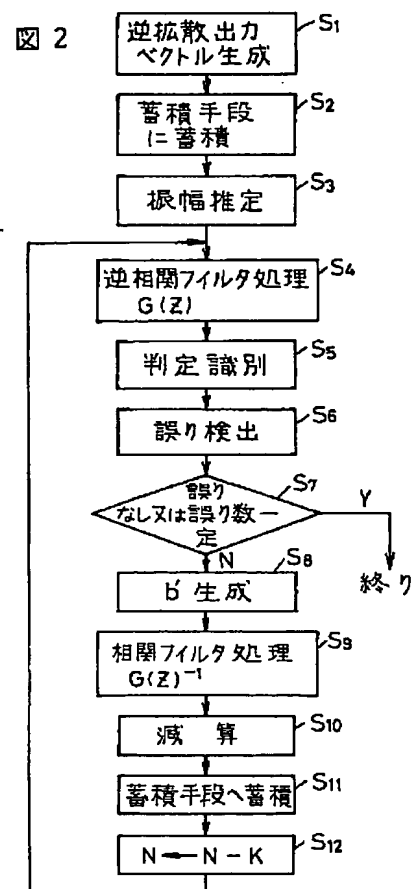
【図 1】この発明の実施例を示すブロック図。

【図 2】この発明における処理手順の一例を示す流れ図。

【図 1】



【图 2】



【图 3】

